

# БИОЭНЕРГЕТИКА В СТРАНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Н.И. Дунаевская, Я.И. Засядько, И.С. Шупик*

*Институт угольных энерготехнологий Национальной академии наук  
и Министерства топлива и энергетики Украины*

Современная мировая энергетика базируется, в основном, на использовании ископаемого топлива, т. е. угля, нефти и природного газа. Обострившееся противоречие между возрастающим производством энергии и загрязнением окружающей среды, как следствием генерирования энергии, становится актуальной проблемой во всем мире. Наметившееся в последнее время истощение традиционных источников энергии может значительно ограничить глобальное экономическое развитие. Интенсивное использование ископаемого топлива уже вызывает серьезное загрязнение окружающей среды, что является причиной появления ряда нежелательных природных процессов, таких как парниковый эффект, разрушение озонового слоя, нарушение баланса углерода в экосистеме, кислотные дожди и т. д., что может привести к необратимым изменениям климата.

Использование энергии полезных ископаемых, несомненно, способствует социальному развитию, однако со временем ресурс ископаемых топлив истощается. С учетом современного уровня технологий и динамики использования ресурсов, мировые запасы нефти могут исчерпаться в течение 40 лет, а запасы угля — за 200 лет.

Биомасса, к которой относятся сельскохозяйственные отходы, древесина, коммунальные отходы, сточные воды, отходы животноводческих ферм, сахарной и перерабатывающей промышленности и др. могут стать мощным глобальным источником для производства тепла и электроэнергии.

Еще два века назад биомасса служила основным источником для выработки тепла, затем она была замещена ископаемыми топливами. В настоящее время ее роль в энергетике многих стран интенсивно возрождается благодаря дешевизне и значительно меньшим уровням выбросов парниковых газов при ее энергетическом использовании. Биомасса часто является единственно возможным местным источником энергии для районов, которые находятся на большом расстоянии от газовых и электрических сетей.

Возобновляемые ресурсы биомассы ежегодно составляют 220 млрд. т (по сухому веществу). По

современным оценкам мировые энергетические запасы биомассы на земной поверхности достигают  $36 \times 10^{21}$  Дж, при этом их мировое коммерческое использование — всего лишь  $3,9 \times 10^{20}$  Дж.

На современном этапе технологии использования биомассы переживают период своего бурного возрождения, особенно в тех странах, которые имеют высокоэффективные технологии для их энергетического использования. В Европе это - Дания (6% от общего потребления первичных энергоносителей), Финляндия (23%), Австрия (12%), Швеция (18%). Соединенные Штаты Америки тоже достигли значительного уровня использования биомассы в топливном балансе страны (3,2%).

В отечественной периодике достаточно полно освещено состояние биоэнергетики стран Европы и Северной Америки. Вместе с тем в последнее десятилетие в ряде азиатских стран наблюдается бурное развитие современных энергетических установок и технологий на базе биоресурсов.

В статье в основном отражены материалы Ляонинского международного семинара (КНР) по технологиям газификации биомассы (16.08-01.09.2003), обзорные материалы интернет-публикаций, а также материалы отечественной научно-технической периодики.

Авторы считают необходимым пояснить, что крайне неравномерный уровень социально-технического развития стран региона определяет и неравномерность достигнутых результатов в освоении высокоэффективных технологий утилизации биомассы.

В работе предполагается рассмотреть запасы биомассы и ее состав в странах региона, состояние развития технологий энергетического использования, примеры внедренных проектов в отдельных странах. Особое внимание будет уделено вопросам законодательной базы стран АСЕАН, как основного элемента, обеспечивающего приоритетное развитие биоэнергетического сектора в регионе.

Следует отметить, что страны АСЕАН добились весьма значимых успехов в развитии биоэнергетики, обладая несоизмеримо меньшим промышленным потенциалом, нежели Украина. К

сожалению, несмотря на имеющийся громадный научно-технологический и промышленный потенциал и крайнюю зависимость от импортируемых газа и нефти, развитие биоэнергетики в Украине все еще находится на начальном этапе. Очевидно, что это объясняется в значительной степени отсутствием законодательной базы. Детальный анализ отечественного законодательства, призванного инициировать использование биоресурсов в Украине, приведен в аналитической статье Т. Железной и Г. Гелетухи, «Биоэнергетика в Україні» («Зелена енергетика» № 4, 2004 г.). Авторы вполне справедливо оценивают состояние законодательной базы, сформированной к настоящему времени. Они не питают иллюзий в отношении действенности принятых законодательных и подзаконных актов, однако их оценки выглядят чересчур мягкими. Принятый 20.02.2003 Закон Украины «Про альтернативні джерела енергії» по существу содержит лишь набор дефиниций и нормативно-ограничительных положений. Какие-либо действенные механизмы инициирования научно-технических разработок, их внедрения в практику детально не проработаны, упоминания о стимулировании НИР и ОКР в биоэнергетике носят преимущественно декларативный характер, в его тексте вообще не предусмотрено какое-либо финансовое стимулирование производства энергии из биоресурсов и ее потребления. Предполагалось, что Закон «заработает» после введения нормативной базы, которую в соответствии с разделом V Закона предписывалось разработать Кабинету Министров в шестимесячный срок. Однако до настоящего времени никакие подзаконные акты не приняты.

В связи с недостаточностью отечественной нормативной базы будет интересно ознакомиться с опытом стран АСЕАН, чьи завидные успехи объясняются, в первую очередь, внедрением всеобщих продуманных мероприятий, включающих как надлежащую законодательную базу, так и целый ряд инвестиционных, кредитных, ценовых, фискальных и нормативных инициатив, а также широких просветительских, образовательных программ, привлечение общественных организаций к экологической экспертизе и проведению тендеров.

Рассмотрим ряд мероприятий, успешно примененных в странах АСЕАН для стимулирования биоэнергетики:

2. *Целевые программы.* В большинстве стран АСЕАН принимаются конкретные целевые программы по введению в действие энергетических

мощностей на базе возобновляемых источников (ВИ) в рамках национальных энергетических программ на 5-10 лет. Так, в Малайзии было намечено ввести к 2005 году 600-700 МВт мощностей на ВИ, состоящих из работающих в энергосистеме блоков на биомассе. Такие задания выполняются на конкурсной основе или на основе публичных тендеров.

2. *Инвестиционные инициативы.* В рамках данного направления разработаны многочисленные подходы, гибкое и прозрачное применение которых позволяет максимально повысить привлекательность инвестиций в энергетические проекты на основе биомассы. Например, на Филиппинах применяются следующие инвестиционные преференции: отмена импортных пошлин на оборудование, используемое в энергоустановках на базе ВИ, снижение налогов на отечественное оборудование, применяемое в энергоустановках, освобождение от налога на прибыль (income holiday) на срок до 6 лет, дополнительные вычеты на трудовые затраты, вычеты затрат на инфраструктуру из облагаемого дохода. В Малайзии генпроект получает следующие преференции: снижение на 70% налогооблагаемой базы от установленного дохода в течение 5-ти лет или 60%-ную налоговую скидку с капитальных затрат, понесенных в течение 5-ти лет, снижение налогов на импорт и торговые скидки на импортируемое оборудование, а также отмену налога на ввозимое оборудование и торговые скидки на отечественное оборудование.

3. *Ценообразование.* В Индонезии в рамках введенной в действие в 2002 году Программы маломасштабной энергетики на базе ВИ предусматривается поощрение продажи энергии с мощностей 1 МВт и менее в энергосистему. При этом цена электроэнергии от ВИ принимается в размере 80% от текущей стоимости энергии при подсоединении на средне-вольтовых терминалах и 60% — на низковольтных. На Филиппинах рассматривается введение минимальной гарантированной цены на электроэнергию от ВИ для обеспечения конкурентоспособности установок на базе ВИ по сравнению с традиционными установками. В Таиланде предусмотрены специальные ценовые надбавки при заключении контрактов на поставку в систему гарантированного объема и мощности энергии.

4. *Инициирование генерирования энергии (Production incentives).* Специальные надбавки выплачиваются на каждый кВт·час, выработанный на базе ВИ, что непосредственно оговаривается в контрактах.

5. «Мягкие» займы и другие инновационные финансовые схемы. В некоторых странах запущены программы льготного кредитования возобновляемых источников энергии с целью упрощения финансирования маломасштабных проектов ВИЭ. В Филиппинском государственном банке развития было обеспечено «Окно» в основном потоке операций по кредитованию. Такие кредиты имеют низкую процентную ставку, мягкие условия, упрощенные процедуры и льготные сроки возврата основного кредита. Много внимания уделяется привлечению в энергорынок широкого круга производителей электроэнергии из возобновляемых источников. Предоставляются льготы для инвестирования строительства таких установок и модернизации технологий по переработке биомассы для производства электроэнергии.

Далее на примере ряда азиатских стран будет рассмотрено современное состояние развития технологий производства энергии из биомассы и обеспечивающее их интенсивное развитие законодательство.

#### **Япония**

*Общая государственная политика в отношении энергии из биомассы:*

1. Базовый закон был принят для сельскохозяйственных районов Кабинетом министров Японии в марте 2000 г. Для предотвращения глобального потепления, создания общества с полным рециклированием и активизацией сельскохозяйственных районов японское правительство способствует активизации использования биомассы как источника для производства электроэнергии.

2. Закон о переработке пищевых отходов (май 2001).

3. Всеобъемлющая стратегия «Биомасса в Японии» — декабрь 2002 г. В ней разработаны конкретные меры для всесторонней утилизации биомассы. К ее выполнению привлечены 7 японских министерств из 9-ти.

Ежегодный объем отходов в Японии: пищевые — 19 млн. т, зерновые — 13 млн. т, древесные — 15 млн. т.

*Конкретные задачи, намеченные к выполнению к 2010 году:*

- на региональном уровне - около 500 сел будут утилизировать 90% отходов и 40% не переработанных ресурсов;

- на общенациональном уровне — из отходов будет утилизировано 80%, а не переработанных ресурсов — 25%.

В настоящее время в Японии производится на возобновляемых источниках 1,2% от общей выработки энергии, из которых 70% — на базе ресурсов, что составляет 0,8% от общей выработки.

*Состояние утилизации биомассы в Японии:*

- Все жидкие отходы от бумажной промышленности после концентрирования сжигаются в парогенераторах (14 млн. т на сухую массу, что эквивалентно 4,5 млн. м куб. нефти. Таким образом 30% от всей энергии, потребляемой в бумажной промышленности, покрывается за счет утилизации жидких отходов).

- Древесные гранулы — 2000 тонн гранул производится в Японии ежегодно.

- Топливо для котлов. Количество отходов от лесопильных предприятий — 3000 000 т/год. Более чем 200 парогенераторов утилизируют отходы от лесопильных заводов. Энергия используется для сушки дерева и отопления. Более 90% биомассы используется как топливо на парогенераторах сахарных заводов.

- Генерирование электроэнергии с использованием древесных отходов. 15 установок работают сейчас на базе крупных лесопильных заводов. Все потребление электроэнергии покрывается производством ее на собственных отходах.

- Применяются также типовые схемы для производства метана, который направляется на выработку электроэнергии. Остатки процесса ферментации — на удобрения.

*Новые оригинальные технологии в области производства и утилизации биомассы:*

- Разработка новых сортов и улучшение свойств зерновых для производства биомассы путем генетической модификации, в частности вводится ген С4, который существенно интенсифицирует процесс фотосинтеза.

- Методами генной инженерии выведен гибрид сахарного тростника и сорго, который содержит большое количество сахара.

- Культивация (Данная технология характерна именно для Японии, поскольку в этой стране есть дефицит биомассы, в то время как во всех остальных странах юго-восточной Азии — ее избыток). Крупномасштабные технологии для выращивания березы, акации, водорослей (гигантской ламинарии) и т. п. Разработаны машины для посадки и уборки поросли бамбука, а также машины для посадки и сбора водных гиацинтов. Все вышеперечисленные растения — хороший источник биомассы ввиду высоких темпов роста и большой их массы.

*Технологии преобразования биомассы, разработанные в Японии:*

- Производство сингаза из рисовой шелухи методом термической конверсии.

- Производство метанола из биомассы путем паровой газификации.

- Разработка гидролизирующих энзимов для гидролиза сырого крахмала, а также биореактора для использования этих энзимов.

- Разработка мембранных технологий для разделения и концентрирования этанола и производство мембранных биореакторов для производства метанола.

- Разработка полутвердой метановой ферментации для производства  $CH_4$  из отходов свиноводства, пищевых отходов и горючих коммунальных отходов.

**Монголия**

Обладает собственными запасами угля (50 млрд. т), жидкое топливо импортируется, гидро-ресурсы ограничены. Монголия не обладает развитой энергетической инфраструктурой. Не вся страна подсоединена к одной из трех энергосистем и часть сельских районов потребляет электроэнергию, вырабатываемую дизелями на жидком топливе (из 314 деревень только 117 подключены к энергосетям для снабжения электричеством, оставшиеся 197 обслуживаются изолированными энергосистемами с дизелями мощностью 60-100 кВт, которые работают 3-5 часов в день) и энергия поставляется как в муниципальные здания, так и в частные дома на ограниченный срок.

В настоящее время на деньги Asia Development Bank (ADB) по просьбе правительства Монголии готовится технико-экономическое обоснование для содействия распространению внесетевого электроэнергетики и технико-экономическая оценка перспективности широкого внедрения тех или иных систем производства внесетевого (автономной) электроэнергии, вырабатываемой из возобновляемых источников для небольших поселений в сельскохозяйственных районах. Анализируются в качестве возможных вариантов ветро-дизельные или дизель-солнечные батареи, гибридные системы. В настоящее время ветро-фото-электрические гибридные системы применяются в качестве автономных систем энергоснабжения в отдаленных районах, для энергоснабжения школ и т. п. Однако поддерживающие службы по сервису существующих установок весьма незначительны.

В рамках указанных грантов ADB банка предусматривается:

- Создание выставки энергоустановок возобновляемых источников энергии в Уланбаторе.

- Разработка проектов для ветро-дизельных и солнечно-дизельных автономных гибридных систем энергоснабжения.

- Разработка законодательных и фискальных

мер по привлечению частного сектора к созданию инфраструктуры обслуживания автономных энергетических установок.

**Китай**

Бурно развивающаяся страна с населением 1,250 млрд. чел., из которых порядка 1 млрд. проживает в сельской местности, при этом потребности в органическом топливе в коммунальном секторе сельской местности более чем на 70% (40% общего энергопотребления) покрываются за счет биомассы (древесина и с/х отходы).

Общие запасы биомассы в 1999 году оценивались в 520 млн. т нефтяного эквивалента (т н. э.) в год. Из них 52% — отходы сельхозкультур, 10% — древесина, 20% — отходы животноводства; 18% — муниципальные отходы.

Работа по развитию «зеленой» энергетики проводится в строгом соответствии с «пятилетними планами» развития народного хозяйства:

6-й пятилетний план	Бытовые биогазовые дигесторы
7-й пятилетний план	Анаэробные реакторы и энергоэффективные печи
8-й пятилетний план	Газификация и брикетирование
9-й пятилетний план	Генерация электроэнергии из биомассы

Успехи в развитии технологий получения энергии из биомассы на сегодня таковы:

- биогаз — установки для выработки биогаза общей производительностью 2090 млн. м<sup>3</sup> (для бытового использования — 6 884 000 установок, промышленные системы — 753 станции, установки, использующие бытовые сточные воды — 49 322 ед.);

- прямое сжигание — замещает сжигание ископаемого топлива в количестве 529 тыс. т н. э (эффективные топки — 200 шт, усовершенствованные печи для отопления — 184,6 млн. шт);

- газификация — 684 установки для замещения 23 тыс. т н. э. (приготовление пищи с использованием централизованных газопроводов — 164 сети (рис. 1 установки с использованием сушки древесины — 370 ед., выработка электричества на продуктах газификации — 150 установок);

- брикетирование — 800 установок с замещением 70 тыс. т н. э.

Развиваются также технологии производства жидких топлив из биомассы, производства спиртов из целлюлозных материалов, производства энергии из масличных культур.

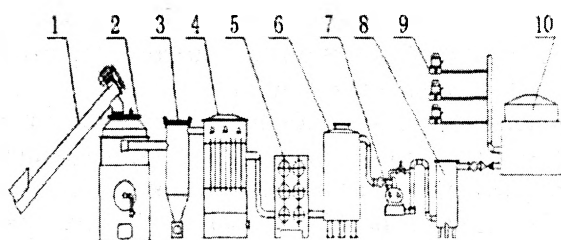


Рис. 1. Газификатор на кукурузных кочанах и/или древесной щепе (совместная разработка китайско-итальянского научно-технического сотрудничества): 1 — шнековая подача топлива; 2 — газификатор; 3 — циклон; 4 — скруббер; 5 — водяной сепаратор; 6 — фильтр; 7 — насос; 8 — водяной затвор; 9 — потребители; 10 — газохранилище

Программы, предусматривающие развитие технологий по использованию энергии биомассы в Китае (Национальный план):

машнем хозяйстве и в маломасштабной промышленности. В настоящее время заметно выросло ее потребление в комбинированной выработке тепловой и электрической энергии.

Количество биомассы, произведенной из багасы, шелухи, отходов производства пальмового масла и лесных отходов по пяти странам АСЕАН, таким как Индонезия, Малайзия, Филиппины, Таиланд и Вьетнам, составляет более чем 107,5 млн. т. При этом багасса составляет около 32%, отходы производства пальмового масла — 27%, рисовая шелуха — 23% и отходы леса — 18%. Например, при промышленной переработке леса примерно половина его уходит в отходы.

Практически около половины с/х отходов используются для производства энергии, это составляет около 20% всей энергии, потребляемой в промышленности.

«Программа XXI» для Китая»	Главная программа по исследованиям и развитию в 10-м пятилетнем плане	Программа по исследованиям и развитию № 363
<p>Установка трех систем по газификации биомассы с распределительными сетями для производства газового топлива, тепла и электричества с ежегодным отпуском энергии 3000 т н. э. для ежедневного жизнеобеспечения 3000 семей.</p> <p>Установка системы пиролиза биомассы для производства газа, жидкого и твердого топлива, тепла и электричества с ежегодным отпуском энергии 7000 т н. э.</p> <p>Установка производственных линий по производству двух специализированных систем производственной мощностью 100 газификационных систем в год и 5 установок пиролиза.</p>	<p><b>Газификация:</b> 4-5 МВт электрогенерирующие системы с газификацией биомассы Ввод в действие стандартов и правил по коммерциализации электрогенерирующих газификационных систем.</p> <p><b>Биогаз</b> Двухмегаваттная электрогенерирующая система на биогазе.</p>	<p><b>Биомасса</b> 4 МВт электрогенерирующая система из биомассы IGCC.</p> <p><b>Жидкие топлива</b> Производство спирта из целлюлозы. Производство спирта из стеблей сладкого сорго. Энергоустановки, использующие отходы сахарной, крахмальной и масло-жировой промышленности. Пиролиз и ожижение биомассы Производство спирта из водорослей.</p>

### Страны АСЕАН

В юго-восточной Азии биомасса является важным энергетическим сырьем, а древесина - доминирующим источником энергии более чем в 50% стран этого региона. Доля биомассы в общем энергообеспечении стран — членов АСЕАН составляла на рубеже веков практически 40% (по странам: Бирма — 86%, Лаос — 86%, Камбоджа — 83%, Вьетнам — 48%, Индонезия — 29%, Филиппины — 21%, Таиланд — 17%, Малайзия — 8 %). Она используется, в основном, в до-

Один из примеров использования биомассы - получение биогаза из отходов свиноводческих ферм. Так, проект Raisarn Farm предусматривает превращение биогаза в электричество при помощи генераторов. Этой электроэнергии достаточно для обеспечения половины потребности фермы в электричестве (рис. 2).

В странах АСЕАН в 2003 году распределение возобновляемых источников энергии для производства электричества составило (%): биоэнергия — 8,94, геотермальная — 11,15, большие

гидростанции — 77,31, малые — 2,41, ветро- и солнечные станции — 0,19. В перспективе, по прогнозам 2001-2003 гг., из биомассы может быть выработано: 50 000 МВт в Индонезии, приблизительно 3000 МВт в Таиланде, около 1117 МВт в производстве пальмового масла в Малазии, около 60-90 МВт из багассы и 359 МВт из рисовой шелухи в Филиппинах.

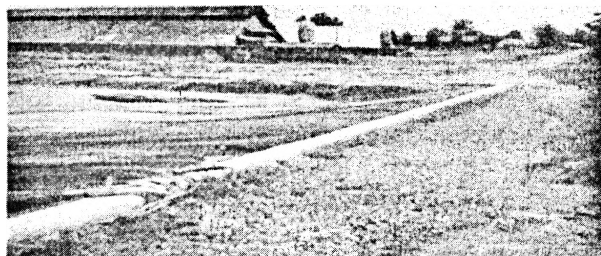


Рис. 2. Свиноферма Raisarm в Таиланде с использованием превращения биогаза в электричество при помощи генераторов

Чтобы реализовать оцененный потенциал, следует произвести такие ключевые изменения: установить поля одинакового уровня проплаты по сравнению с часто субсидируемой выработкой централизованной электроэнергии; определить механизм компенсаций превышения цены при выработке энергии из биомассы, например, так называемые природоохранные добавки сверх нормального уровня рентабельности; осуществлять доступ к электросетям на ясных и справедливых условиях; развивать рынок отходов биомассы.

Это долговременная задача, и действия правительств стран АСЕАН направлены на мобилизацию рыночных механизмов, установление регуляторных рамок и соответствующих скидок, с целью ее решения.

Аспекты законодательно-нормативной базы стран АСЕАН для развития биоэнергетики были приведены в начале этой статьи.

### Индия

Общие запасы биомассы оцениваются в 350-420 млн. т ежегодно.

Эти запасы настолько велики, что сравнимы с потребляемым ископаемым топливом. Несмотря на низкую калорийность биомассы (приблизительно 40% ниже, чем ту. т.), ее полное использование может удвоить потребление энергии в Индии. Но не вся она доступна, а та, что доступна, может использоваться в других целях (например, на корм скоту). При этом коэффициент полезного действия при использовании биомассы как корма буйволам или бычкам, даже при условии их работы в течение 5 часов 70 дней в году,

составляет всего 2,5%, тогда как производство биогаза из этой же биомассы имеет энергетическую эффективность около 17%.

В сельских районах биомасса тратится, в основном, на приготовление еды и корм крупного рогатого скота (волов, буйволов и коров в Индии приблизительно по 80 млн. каждого вида, а коз около 120 млн.). Процесс приготовления еды с использованием древесины или сельскохозяйственных отходов имеет к.п.д. около 10%.

Повышение эффективности использования биомассы развивается по трем направлениям: сохранение биомассы, увеличение количества биомассы и повышение эффективности производства энергии из биомассы.

*Сохранение биомассы.* Большое количество древесной биомассы используется в Индии для приготовления пищи, производства пальмового сахара, кирпича и обжига известняка. Многие из этих производств энергетически неэффективны. Однако внедрение новых технологий в сельских районах идет с большими трудностями и требует долгосрочной стратегии по вовлечению сельского населения в эти изменения традиционных технологий. Как положительный пример, можно привести процесс обжига кирпича при помощи блоков из мусора, который успешно применяется на 9000 объектов.

*Производство биомассы.* Социальная программа развития лесов увеличила с 1975 по 1990 г. площадь лесов на 15 млн. га. Индия занимает второе место в мире по пахотным землям — 160 млн. га (в Китае только 90 млн. га, а урожай — в 2 раза выше), поэтому в Индии может быть создан как минимум двойной запас по биомассе сельскохозяйственных культур, отсюда запасы биомассы могут достигать 800 млн. т против 421 в настоящее время.

*Эффективное превращение энергии биомассы (биотоплива).*

Газообразное топливо. При помощи дигесторов от 50 до 60% биомассы перерабатывается в газ и может использоваться как для приготовления пищи, так и для выработки механической и электрической энергии в двигателях, а отходы процесса могут использоваться как удобрение. Опилки и древесный уголь тоже могут использоваться для производства энергии, особенно в с/х районах.

Жидкое топливо. Будет очень кстати в Индии. Например, одним из основных источников сырья для производства этанола является меласса как побочный продукт сахарного производства. Этанол, который производится в Индии в настоящее

время, идет, в основном, на технические и пищевые нужды, и очень мало - в качестве топлива для автомашин. Самый простой способ выработки этанола для автомобильной промышленности - это производство его напрямую из сахарного тростника. Производство сахара в Индии на 10-15% превышает его потребление и эта разница может стать резервом для выработки жидкого топлива, что составит 2 млн. л алкоголя и заменит 20% потребляемого в стране бензина. Еще одним возможным сырьем для этанола может быть кукурузный и маниоковый крахмал, но поскольку это популярная в Индии еда, то рассматривать их как серьезную ресурсную базу нельзя. Из-за высокого соотношения количества населения на 1 га пашни использование ее для производства сырья для этанола проблематично. Производство этанола из древесины - неэкономичный процесс (160 л/тонну), поэтому единственный реальный источник сырья для этанола - сахарный тростник. Метанол имеет более широкую сырьевую базу. Для производства одной тонны этанола необходимо 2,3 т биомассы. Основные сырьевые источники — деревья тропического леса, хлопок, шелковица, стебли маниоки и т. д. Годовая выработка метанола может достигать 26 Мт. Это существенный вклад в топливную базу автомобильной отрасли, поскольку в транспорте используется 40 Мт дизеля ежегодно. При эффективном использовании древесины и увеличении площадей лесов эта выработка может достигнуть 50 Мт ежегодно.

Потенциал использования биомассы в Индии (включая когенерацию) — 19 500 МВт. В общем, Индия занимает в мире 4 позицию по выработке энергии из биомассы, а, учитывая ее огромный потенциал, может занимать и первую.

На практике в Индии биомасса применяется как для прямой генерации электроэнергии, так и через стадию газификации для выработки тепла и электроэнергии. Биогаз генерируется также для приготовления пищи и распределенной энергии.

Создана специальная правительственная организация IREDA для содействия разработке и внедрению проектов использования возобновляемых источников энергии (для биомассы — 34 проекта общей стоимостью 106 млн. долларов). При кредитовании строительства и покупки таких установок предусмотрена гибкая система скидок, позволяющая существенно снизить первоначальные затраты.

**1. Производство электроэнергии из биомассы.** Здесь применяется широкий спектр биотоплива — от древесины, рисовой шелухи, кокосовых

листьев и скорлупы, стеблей с/хозкультур и т. д.

На рис. 3 дана фотография когенерационного проекта с использованием в качестве топлива багассы.

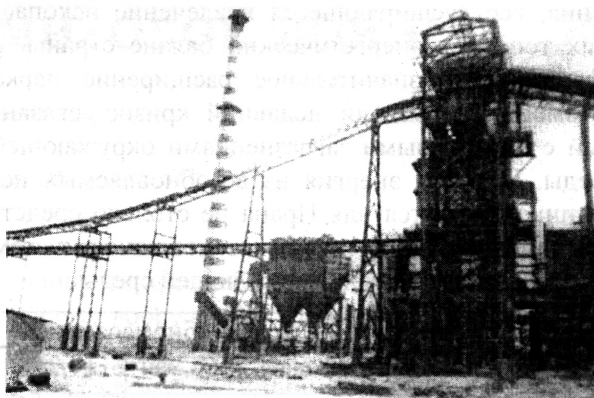


Рис. 3. Название проекта: M/s Gem Sugars Ltd

Сектор	: Когенерация
Мощность	: 22.50 MW
Стоимость проекта	: 14 M US\$
Величина займа	: 10.36 M US\$
Топливо	: багасса

**2. Газификация биомассы.** В Индии имеется широкий круг газогенераторов для выработки электроэнергии из биомассы мощностью от 20 до 500 кВт. Наибольший промышленный газогенератор Индии имеет мощность 1 МВт. Термические газификаторы находят применение в таких отраслях промышленности, как сталелитейная, машиностроительная, производство стройматериалов, химическая и т. д. Для теплового биомассового газификатора мощностью 1 МВт требуется 250-300 тыс. рупий инвестиций, а период окупаемости составляет от 3 до 4 лет в зависимости от типа топлива и установленной мощности.

**3. Производство биогаза.** Производится из бытовых и отходов животноводческих ферм. Соотношение  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  в получаемом газе — 55:45. Подсчитано, что 100 т отходов животноводческих ферм позволяет генерировать 300 кВт электричества.

### Иран

Потребление нефтепродуктов на душу населения составляет здесь по данным 2000 г. более 822 кг, что почти в 4,5 раза выше, чем в Китае, кроме того 60% площади страны занимают горы, а 20% - пустыни, потому, несмотря на территорию в 1,65 млн. кв. км запасы биомассы оцениваются всего в 15, 5 млн. т нефтяного эквивалента.

Оценка стоимости энергии из биомассы для Ирана показывает, что она в 3 раза выше, чем при использовании для ее выработки традиционных источников.

Вместе с тем, резкий рост населения в течении последних 10 лет и его концентрация вблизи

крупных населенных пунктов явились существенным фактором ухудшения окружающей среды. Продолжающийся высокий темп роста населения, все расширяющееся вовлечение ископаемых топлив в энергетический баланс страны, а также весьма значительное расширение парка автомобилей вызвали недавний кризис, связанный с предельными загрязнениями окружающей среды. Поэтому энергия из возобновляемых источников является для Ирана не столько средством замещения нефти, сколько мощным рычагом борьбы с загрязнением окружающей среды.

Ресурсы сельскохозяйственной биомассы, млн	
Отходы при сборе урожая (рис, ячмень, пшеница)	14,2
Садовые отходы и отходы от агролесничества	3,3
Отходы промышленной переработки леса	0,2
Отходы риса	2,82
Багасса	0,65
Всего: Отходы леса и с/х отходы	21,17
Энергетический потенциал биомассы в Иране, т н. э.	
Сельскохозяйственная и лесная биомасса	9 159 400
Муниципальные твердые отходы	1 988 260
Муниципальные и жидкие отходы пищевой промышленности	89 360
Отходы животноводческих ферм	4 311 620
Всего:	15 548 640

### Саудовская Аравия

В связи с самыми большими в мире запасами нефти на территории этой страны, в Саудовской Аравии нет экономической потребности в развитии производства электроэнергии из возобновляемых источников, а в особенности из биомассы. Из-за климатических условий и отсутствия больших водных артерий. Саудовская Аравия имеет бедный водный потенциал. Имеющиеся водохранилища служат для запаса воды и не используются для выработки электроэнергии. Из возобновляемых источников энергии в «Пустынном королевстве» используется только солнечная (например, для создания систем кондиционирования воздуха с использованием солнечной энергии). В 1999 году в этой стране был создан и первый автомобиль на солнечных батареях.

### Иордания

При производстве электрической энергии в 7544 ГВт·ч, возобновляемые источники энергии в 2002 г. составляли 1%, а до 2015 их вклад возрастет до 5%. В основном, это подогрев воды для бытовых нужд солнечной энергией и ветровые электростанции.

Из проектов по использованию биомассы следует выделить станцию на анаэробном биогазе мощностью 1 МВт, введенную в действие в 2000 г., где в двигателях сжигается газ, полученный при смешивании продуктов сбраживания жидких и пищевых отходов из специальных контейнеров с биогазом городской свалки (рис. 4).

Принятая к действию программа правительства по вовлечению возобновляемых источников в энергетический баланс страны предусматривает широкое вовлечение частных инвесторов в рамках принятого плана «bield-own-operate», а также интенсивную популяризацию использования возобновляемых источников среди населения, в том числе подготовки высококвалифицированных специалистов для этого сектора энергетики.

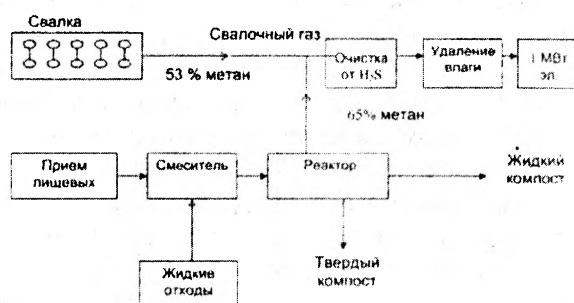


Рис. 4. Схема станции по использованию муниципальных и пищевых отходов Аммана

### Заключение

Представленный анализ состояния дел в биоэнергетике азиатского региона свидетельствует о громадных перспективах вовлечения биомассы в топливный баланс. При этом наряду с замещением ископаемых топлив, а, следовательно, и усилением энергетической независимости страны, открываются широкие возможности для снижения вредных выбросов в атмосферу и серьезного оздоровления окружающей среды.

Надеемся, что ознакомление с материалами статьи вызовет чувство удивления и горечи у специалистов-энергетиков, законодателей и членов правительства Украины, поскольку, обладая столь громадным потенциалом, в том числе и научным, Украина должна будет заимствовать опыт стран, которые в других аспектах своего развития справедливо отнесены к странам «третьего мира».

Ж. «Новини енергетики», № 2, 2005 г.